

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(1)Publication number : 11-119272

(43)Date of publication of application : 30.04.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/37
H01S 3/109

(21)Application number : 09-299607

(71)Applicant : HYPER PHOTON SYSTEM:KK

(22)Date of filing : 17.10.1997

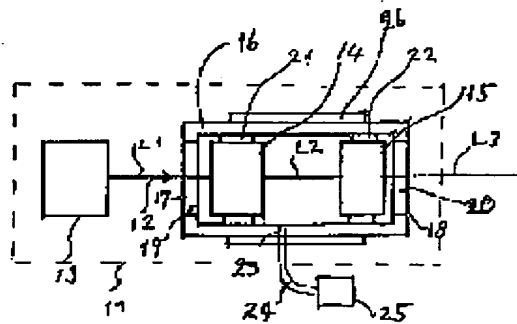
(72)Inventor : MATSUMOTO YUJI

(54) LASER SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make practically usable a nonlinear optical crystal effective from the viewpoint of higher optical damage threshold value and larger transformation efficiency, by providing a protective box which stores first and second nonlinear optical crystals and maintains them in a prescribed environment.

SOLUTION: The laser system 11 consists of a laser oscillator 13, a first nonlinear optical crystal 14 and a second nonlinear optical crystal 15, all of which are successively arranged on an optical axis 12. Then, a holding box 16 is provided to store and to hold the crystals 14 and 15 in a prescribed environment. The inside of the box 16 is formed with a heat insulating member and is shaped into an approximate rectangular parallelepiped. Moreover, the inside of the box 16 is ventilated with dry argon gas by an environmental control means 25, maintained in a dry condition and the temperature is kept at 150° C. Under this environment, the crystal 14 is normally maintained for a long hour operation. In order to normally maintain the performance of the crystal 14 while using the crystal 15, the temperature is desirable to be kept in the vicinity of 150° C in dry argon gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-119272

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月30日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 2 F 1/37

H 0 1 S 3/109

識別記号

F I

G 0 2 F 1/37

H 0 1 S 3/109

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-299607

(22) 出願日 平成9年(1997)10月17日

(71) 出願人 397043466

株式会社ハイパー・フォトン・システム

東京都千代田区神田司町二丁目21番10号

(72) 発明者 松本 有史

東京都中野区上高田三丁目21番5号

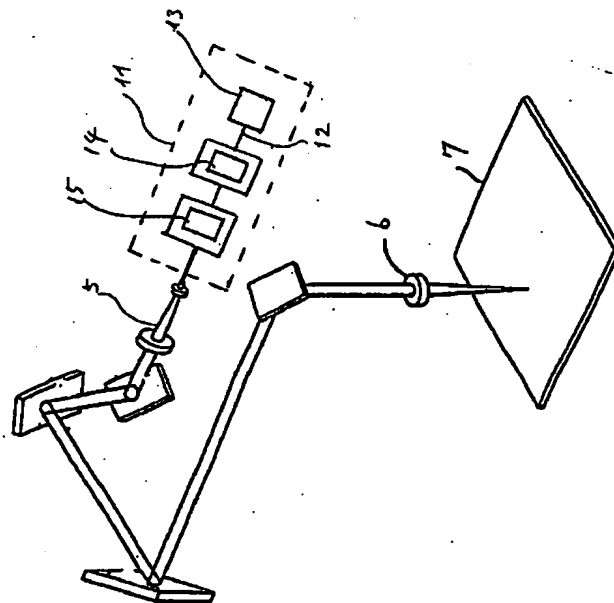
(54) 【発明の名称】 レーザシステム

(57) 【要約】

【目的】 光損傷閾値の高さや変換効率の大きさ等から有効な非線形光学結晶を、実用可能として組込んだレーザシステムを提供する。併せてこのレーザシステムを搭載されるレーザ加工機を提供する。

【構成】 固体パルスレーザ、第一の非線形光学結晶、及び第二の非線形光学結晶を具備し、第一の非線形光学結晶及び第二の非線形光学結晶を収容して所定の環境に保持する保持箱が設けられている。

【効果】 非線形光学結晶は適正な環境に保持され、レーザ光は効率よく且つ安定して高調波光に変換される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】固体パルスレーザ、第一の非線形光学結晶、及び第二の非線形光学結晶を具備し、前記固体パルスレーザから放射される放射光を前記第一の非線形光学結晶により第二次高調波光に変換し、及び前記第二次高調波光を前記第二の非線形光学結晶により第四次高調波光に変換するレーザシステムにおいて、前記第一の非線形光学結晶及び前記第二の非線形光学結晶を収容して所定の環境に保持する保持箱が設けられたことを特徴とするレーザシステム。

【請求項2】固体パルスレーザ、第一の非線形光学結晶、及び第二の非線形光学結晶を具備し、前記固体パルスレーザから放射される放射光を前記第一の非線形光学結晶により第二次高調波光に変換し、及び前記第二次高調波光を前記第二の非線形光学結晶により第四次高調波光に変換するレーザシステムにおいて、前記第一の非線形光学結晶を収容して第一の環境に保持する第一の保持箱と、前記第二の非線形光学結晶を収容して第二の環境に保持する第二の保持箱とが設けられ、前記第一の環境と前記第二の環境とが互いにほぼ同一であることを特徴とするレーザシステム。

【請求項3】前記第二の非線形光学結晶がCLBOであることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザシステム。

【請求項4】前記第一の非線形光学結晶及び前記第二の非線形光学結晶が共にCLBOであることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザシステム。

【請求項5】前記所定の環境は、温度が120°C乃至180°Cであることを特徴とする請求項1に記載のレーザシステム。

【請求項6】前記第一の環境及び前記第二の環境は、温度がそれぞれ120°C乃至180°Cであることを特徴とする請求項2に記載のレーザシステム。

【請求項7】二種類以上の互いに異なる材質の層が重畳して形成する積層材を加工するレーザ加工機において、請求項1、2、3、4、5又は6に記載のレーザシステムを搭載することを特徴とするレーザ加工機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はレーザシステムに関し、なかでもレーザ光が非線形光学結晶により高調波光に変換されるレーザシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、二種類以上の互いに異なる材質の層が重畳して形成する積層材を加工するレーザ加工機が実用されている。そしてこの種のレーザ加工機に搭載されるレーザシステムから射出する加工に利用される光は、レーザから放射される放射光が変換された高調波光であり、波長が355nm、或いは又はその近傍のものであった。他方近年積層材のレーザ加工作業では、穴あ

けの場合の径や深さの精度の向上や、作業速度の増進等が要求されている。このような要求に対し、レーザパルスの周波数、スポット径、パルス幅、出力等の改善で対応してきている。そして又このような要求に応ずるためには波長の短縮が不可欠となっている。

【0003】USP5593606公報には図4に示すようなレーザ加工機が記載されている。レーザシステム1はレーザロッド2、第1の非線形光学結晶3及び第2の非線形光学結晶4を具備し、レーザロッド2から放射される放射光は第1の非線形光学結晶3及び第2の非線形光学結晶4により変換され、変換された高調波光は、エクスパンダ5により径が拡大され、複数の反射鏡（不図示）により偏向し、合焦レンズ6により被加工物7上に合焦して、被加工物7を加工する。レーザロッド2はNd:YAGが、又第1の非線形光学結晶3及び第2の非線形光学結晶4は共にBBO（バリウム・ボーレート）が適当であるとされ、この場合レーザロッド2から放射される放射光の波長、及びレーザシステム1から射出する高調波光の波長はそれぞれ1064nm、及び266nmである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】USP5593606公報に記載されたレーザシステムは第1の非線形光学結晶及び第2の非線形光学結晶は共にBBO（バリウム・ボーレート）が適当であるとされている。しかしながら、BBO（バリウム・ボーレート）は非線形光学結晶として長期間使用すると性能の劣化が激しく、寿命が長くない。従って実用に供するには必ずしも充分でないという問題があった。

【0005】他方、非線形光学結晶として寿命の長い結晶が探索されているが、光損傷閾値の高さや変換効率の大きさが充分であっても、耐環境劣化性等が実用に供するには不充分であるという問題があった。

【0006】本発明は上記の課題に鑑み、レーザから放射される放射光を波長の短い高調波光に変換するのに光損傷閾値の高さや変換効率の大きさ等から有効な非線形光学結晶を、実用可能として組込んだレーザシステムを提供することを目的とする。併せてこのレーザシステムを搭載されるレーザ加工機を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、固体パルスレーザ、第一の非線形光学結晶、及び第二の非線形光学結晶を具備し、前記固体パルスレーザから放射される放射光を前記第一の非線形光学結晶により第二次高調波光に変換し、及び前記第二次高調波光を前記第二の非線形光学結晶により第四次高調波光に変換するレーザシステムにおいて、前記第一の非線形光学結晶及び前記第二の非線形光学結晶を収容して所定の環境に保持する保持箱が設けられたことを特徴とするレーザシステムを構成し

た。

【0008】更に、固体パルスレーザ、第一の非線形光学結晶、及び第二の非線形光学結晶を具備し、前記固体パルスレーザから放射される放射光を前記第一の非線形光学結晶により第二次高調波光に変換し、及び前記第二次高調波光を前記第二の非線形光学結晶により第四次高調波光に変換するレーザシステムにおいて、前記第一の非線形光学結晶を収容して第一の環境に保持する第一の保持箱と、前記第二の非線形光学結晶を収容して第二の環境に保持する第二の保持箱とが設けられ、前記第一の環境と前記第二の環境とが互いにほぼ同一であることを特徴とするレーザシステムを望ましいものとして構成した。

【0009】更に、前記第二の非線形光学結晶がCLBOであることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザシステムを望ましいものとして構成した。

【0010】前記第一の非線形光学結晶及び前記第二の非線形光学結晶が共にCLBOであることを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザシステムを望ましいものとして構成した。

【0011】前記所定の環境は、温度が120°C乃至180°Cであることを特徴とする請求項1に記載のレーザシステムを望ましいものとして構成した。

【0012】前記第一の環境及び前記第二の環境は、温度がそれぞれ120°C乃至180°Cであることを特徴とする請求項2に記載のレーザシステムを望ましいものとして構成した。

【0013】二種類以上の互いに異なる材質の層が重畳して形成する積層材を加工するレーザ加工機において、請求項1、2、3、4、5又は6に記載のレーザシステムを搭載することを特徴とするレーザ加工機を望ましいものとして構成した。

【0014】

【作用】請求項1に記載の発明では、第一の非線形光学結晶及び第二の非線形光学結晶は保持箱に収容され所定の環境に保持され、請求項2に記載の発明では、第一の非線形光学結晶及び第二の非線形光学結晶はそれぞれ第一の保持箱及び第二の保持箱に収容され所定の環境に保持される。望ましい各保持箱の環境としての温度は150±20°Cである。

【0015】

【実施例】本発明の一実施例に係るレーザ加工機を図1～図2により説明する。図1はレーザ加工機の全体図、図2はレーザシステムの断面図である。レーザシステム11は光軸12上に順次配置されているレーザ発振器13、第1の非線形光学結晶14及び第2の非線形光学結晶15から構成されている。レーザ発振器13にはNd:YVO₄が使用され、波長1064nmのレーザ光が放射される。第1の非線形光学結晶13はLBO（リチウム・ボーレート）、及び第2の非線形光学結晶14

はCLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）である。光軸12上には高調波光の径を拡大するエクスパンダ5、偏角用の反射鏡（不図示）及び合焦レンズ6が配置され、高調波光は被加工物7上に合焦する。

【0016】保持箱16は耐熱性材料で形成され、ほぼ直方体の形状をなしている。光軸12方向の両面には光路を閉じないように透過窓17、18が形成され、透過窓17、18にはシリカガラス板19、20が嵌設されている。透過窓17、18を避ける位置にレーザ光の入射側から順次2対の支持台21、22が設けられ、一の1対の支持台21の間に第1の非線形光学結晶14、及び他の1対の支持台22の間に第2の非線形光学結晶15がそれぞれ支持されている。又透過窓17、18及び支持台21、22を避ける位置に換気孔23が設けられ、管24を介して環境制御手段25に通じている。環境制御手段25は雰囲気と温度を制御し、制御された雰囲気中で保持箱16を換気し、保持箱16の外周側に設置されている電熱器26を制御する。

【0017】保持箱16の内部は環境制御手段25により乾燥アルゴンガスで換気されて乾燥状態に維持され、温度は150°Cに保持されている。この環境は第1の非線形光学結晶13を正常に且つ長期間作動させるために適当な雰囲気と温度である。即ち本実施例で二次高調波変換（SHG）で波長1064nmのレーザ光を波長532nmの光に変換するとき使用する第1の非線形光学結晶13はLBO（リチウム・ボーレート）である。この結晶はフェーズマッチングのために温度制御が必要であり、その適正な制御温度は150°Cである。

【0018】又四次高調波変換（FHG）で波長532nmのレーザ光を波長266nmの光に変換するとき使用する第2の非線形光学結晶14はCLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）である。この結晶は角度制御が必要であるがフェーズマッチングのために温度制御は必要ではない。しかし結晶の性能を正常に維持しながら使用するためには温度制御が必要であり、乾燥アルゴンガス中で150°C付近の温度に保持するのが適当である。

【0019】ここで、CLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）の変質について、Development of CsLiB₆O₁₀ Crystal for UV Generation (Proc. of Intern. Symposium on Laser and Nonlinear Optical Materials, 1997)の記載により説明する。上記論文には、「CLBOには吸湿性があり且つ屈折率変化がある。湿度45%以上であると急速に水和物が生成する。この水和物は130°C以上に保持することにより消滅する。又レーザが照射される時、屈折率変化は乾燥雰囲気中でも室温から約120°Cの間では進行する。しかし130°C以上では屈折率変化は進行しない。」と記

載されている。乾燥雰囲気は通例に従い、乾燥窒素又は乾燥アルゴンガスから選択する。又温度はCLBOが変質しないためには最低120°C以上でなくてはならず、好ましくは150°C付近が望ましく、180°Cを越える温度はCLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）の変質を防ぐためには過大である。

【0020】次に光の進行について説明する。レーザ発振器13から放射されたレーザ光L1は保持箱16に形成された透過窓17に嵌設されたシリカガラス板19を透過して第1の非線形光学結晶14に入射し波長変換される。レーザ光L1の波長と高調波光L2の波長の関係は式(1)に従う。即ち一般に、波長 λ_1 のレーザ光と波長 λ_2 のレーザ光が非線形結晶に入射し、非線形結晶が波長変換して、波長 λ_3 の光を得るときの λ_1 、 λ_2 及び λ_3 の関係は一般に式(1)で与えられる。

$$1/\lambda_1 + 1/\lambda_2 = 1/\lambda_3 \quad (1)$$

レーザ発振器13はNd:YVO₄からなり、放射されたレーザ光L1の波長は1064nmであるから、 $\lambda_1 = \lambda_2 = 1064$ (nm) を代入すると $\lambda_3 = 532$

(nm) が得られる。即ち、第1の非線形光学結晶14から射出する高調波光L2の波長は532nmである。

【0021】次いで高調波光L2は第2の非線形光学結晶15に入射する。前述と同様にして第2の非線形光学結晶15により波長変換された高調波光L3の波長は266nmである。高調波光L3は第2の非線形光学結晶15から射出し、透過窓18に嵌設されたシリカガラス板20を透過して保持箱16から射出する。波長変換されず残存するレーザ光L1及び高調波光L2は、図示されていない波長分離ミラーにより分離され、高調波光L3のみがエキスパンダ5に入射する。エキスパンダ5により径が拡大した高調波光L3は反射鏡（不図示）により偏角し、合焦レンズ6により被加工物7上に合焦し加工する。

【0022】次に第2の実施例に係るレーザ加工機のレーザシステムを図3により説明する。図3はレーザシステムの断面図である。又前述した一実施例と同一又は類似の点の説明は省略する。レーザシステム31は光軸32上に順次配置されているレーザ発振器33、第1の非線形光学結晶34及び第2の非線形光学結晶35から構成されている。レーザ発振器33にはNd:YVO₄が使用され、波長1064nmのレーザ光が放射される。第1の非線形光学結晶34はLBO（リチウム・ボーレート）、及び第2の非線形光学結晶35はCLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）である。

【0023】第1の保持箱36は耐熱性材料で形成され、ほぼ直方体の形状をなしている。光軸32方向の両面には光路を閉じないように透過窓37、38が形成され、透過窓37、38にはシリカガラス板39、40が嵌設されている。透過窓37、38を避ける位置に1対の支持台41が設けられ、この1対の支持台41の間に

第1の非線形光学結晶34が支持されている。又透過窓37、38及び支持台41を避ける位置に換気孔43が設けられ、管44を介して環境制御手段45に通じている。環境制御手段45は雰囲気と温度を制御し、制御された雰囲気で保持箱36を換気する。本実施例では環境制御手段45は150°Cの乾燥窒素で保持箱36を換気する。この環境はLBO（リチウム・ボーレート）を正常に且つ長期間作動させるために適当な雰囲気と温度である。

【0024】第2の保持箱56は耐熱性材料で形成され、ほぼ直方体の形状をなしている。光軸32方向の両面には光路を閉じないように透過窓57、58が形成され、透過窓57、58にはシリカガラス板59、60が嵌設されている。透過窓57、58を避ける位置に1対の支持台61が設けられ、1対の支持台61の間に第2の非線形光学結晶35が支持されている。又透過窓57、58及び支持台61を避ける位置に換気孔63が設けられ、管64を介して環境制御手段65に通じている。環境制御手段65は雰囲気と温度を制御し、制御された雰囲気で保持箱56を換気する。本実施例では環境制御手段65は140°Cの乾燥アルゴンガスで保持箱36を換気する。この環境はCLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）を正常に且つ長期間作動させるために適当な雰囲気と温度である。

【0025】次に光の進行について説明する。レーザ発振器13から放射された波長1064nmのレーザ光L1は第1の保持箱36に形成された透過窓37に嵌設されたシリカガラス板39を透過して第1の非線形光学結晶34に入射し波長532nmの高調波光L2に変換される。次いで高調波光L2は透過窓38に嵌設されたシリカガラス板40を透過し第1の保持箱36から射出される。第1の保持箱36は温度150°Cの乾燥窒素で換気されており、第1の非線形光学結晶34はフェーズマッチングのために温度制御が行われると共に、劣化することなく長期間にわたって正常に作動し、レーザ光L1は効率よく且つ安定して高調波光L2に変換される。

【0026】次に高調波光L2は第2の保持箱56に形成された透過窓57に嵌設されたシリカガラス板59を透過して第2の非線形光学結晶35に入射し波長266nmの高調波光L3に変換される。次いで高調波光L3は透過窓58に嵌設されたシリカガラス板60を透過し第2の保持箱56から射出される。第2の保持箱56は温度140°Cの乾燥窒素で換気されており、長時間使用しても、第2の非線形光学結晶34は変質防止の温度制御が行われ、劣化することなく長期間にわたって正常に作動し、高調波光L2は効率よく且つ安定して高調波光L3に変換される。

【0027】次に第3の実施例に係るレーザ加工機のレーザシステムを説明する。なお前述した両実施例と同一又は類似の点の説明は省略する。第3の実施例の構成は

第2の実施例の構成と類似しており、第1の非線形光学結晶及び第2の非線形光学結晶が共にCLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）である点においてのみ異なっている。第1の非線形光学結晶を保持する第1の保持箱の環境及び第2の非線形光学結晶を保持する第2の保持箱の環境は、CLBO（セシウム・リチウム・ボーレート）を正常に且つ長期間作動させるために適当な雰囲気と温度である、温度140°Cの乾燥アルゴンガスに保持されている。

【0028】両実施例において、保持箱は短波長の光線の透過可能な窓が設けられていることが必須の条件であるが、形状、材質等は他の公知のものが使用可能であることはいうまでもない。又、保持箱の内部の環境を保持するためには、公知の雰囲気制御又は温度制御の手段を使用することができるのはいうまでもない。

【0029】

【発明の効果】本発明により、レーザから放射されるレーザ光を波長の短い高調波光に変換するのに光損傷閾値の高さ、変換効率の大きさ等から有効な非線形光学結晶が、環境が制御された保持箱に収容されているから、

非線形光学結晶には環境による劣化がない。したがってレーザ光は効率よく且つ安定して高調波光に変換され、長期間にわたって正常に作動するレーザシステムが提供される。併せてこのレーザシステムを搭載するレーザ加工機は長期間にわたって正常に作動可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るレーザ加工機の概念図である。

【図2】本発明の一実施例に係るレーザシステムの断面図である。

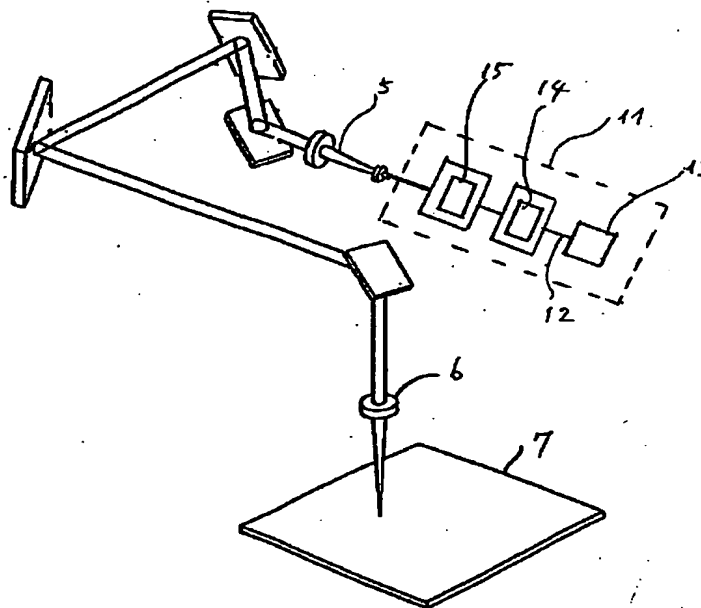
【図3】本発明の第2の実施例に係るレーザシステムの断面図である。

【図4】従来のレーザ加工機の概念図である。

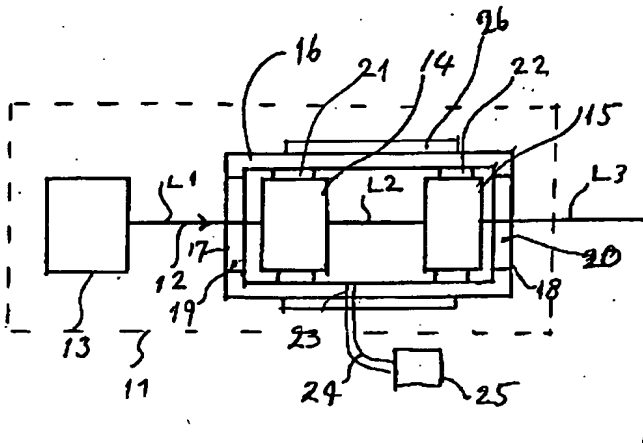
【符号の説明】

1、11、31・・・レーザシステム、2・・・レーザロッド、3、14、34・・・第1の非線形光学結晶、4、15、35・・・第2の非線形光学結晶、13、33・・・レーザ発振器、16・・・保持箱、25、45、65・・・環境制御手段、26・・・電熱器、36・・・第1の保持箱、56・・・第2の保持箱、

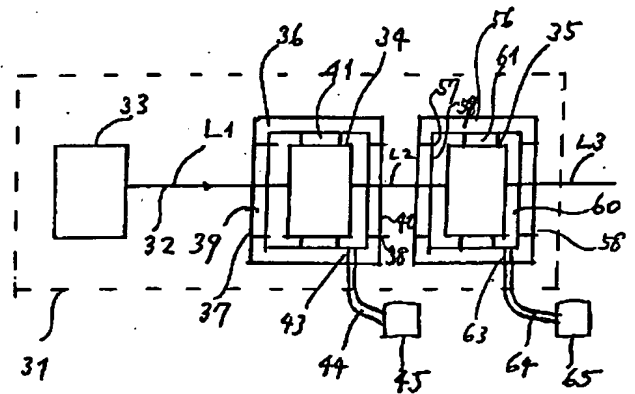
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

